

22/3,AB/3

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011460944

WPI Acc No: 1997-438851/*199741*

XRAM Acc No: C97-140812

XRPX Acc No: N97-364773

Aircraft window crazing inspection method - involves judging quality of transparent synthetic resin plate by comparing counted number of pixels with predetermined reference value

Patent Assignee: HITACHI DENSHI ENG KK (HISB); MUSASHI CO LTD (MUSA-N); NIPPON AIRPLANE KK (NPPA)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 9196858	A	19970731	JP 9625796	A	19960119	199741 B

Priority Applications (No Type Date): JP 9625796 A 19960119

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 9196858	A		7	G01N-021/88	

Abstract (Basic): JP 9196858 A

The method involves using a transparent synthetic resin plate (1a) with an aircraft window (1) as an inspection object. A white or red light beam is incident on four places of the resin plate perpendicularly. The angle of projection of light beam is nearly 10deg. A pair of charge coupled cameras (43,44) are arranged suitably in a direction almost perpendicular to that of the incident beam, so that the angle between the camera arranged direction and incident direction lies between 15deg and 45deg.

The cameras pick up the image of line crazing and star crazing existing in the outer surface of the plate. The image signal obtained from the cameras are processed. The number of pixels in the received scatter light is counted. The counted number is compared with a predetermined reference value. The quality of the transparent synthetic resin plate is judged based on the comparison result.

ADVANTAGE - Improves efficiency.

Dwg.3/9

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-196858

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/88			G 0 1 N 21/88	D
				J
B 6 4 F 5/00			B 6 4 F 5/00	B
G 0 1 B 11/30			G 0 1 B 11/30	Z
G 0 6 T 7/00			G 0 6 F 15/62	4 0 0
審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 7 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-25796

(22) 出願日 平成8年(1996)1月19日

(71) 出願人 591049918

日本航空株式会社

東京都品川区東品川二丁目4番11号

(71) 出願人 390011981

株式会社ムサシ

東京都中央区銀座8丁目20番36号

(71) 出願人 000233480

日立電子エンジニアリング株式会社

東京都渋谷区東3丁目16番3号

(72) 発明者 蓬萊 泉雄

東京都渋谷区東3丁目16番3号 日立電子
エンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 弁理士 梶山 佑是 (外1名)

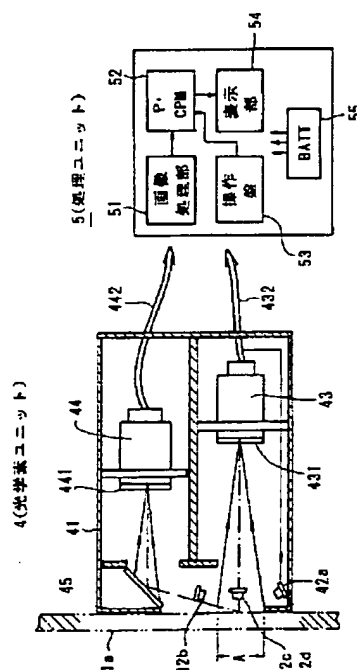
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 航空機の窓のクレージング検査方法

(57) 【要約】

【課題】 航空機の窓の亚克力板に生じたクレージングを迅速に検査する。

【解決手段】 アクリル板1aの外表面に対して、4方向より約10°の投射角で白色または赤色光束を投射し、外表面に対してほぼ垂直の方向と、約30°の方向とに設けた2個のCCDカメラ43,44により、外表面に存在するライン・クレージングとスター・クレージングとをそれぞれ撮像し、両CCDカメラの画像信号を処理して、散乱光を受光した画素の個数をカウントし、所定の基準値に比較してアクリル板1aの良否を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】航空機の窓を構成する透光性合成樹脂板を検査対象とし、該透光性合成樹脂板の外表面に対して、互いに直角な4方向より約 10° の投射角で白色などの光束を投射し、該外表面に対してほぼ垂直の方向と約 $15^\circ \sim 45^\circ$ の範囲のうちの所定の方向とに設けた2個の撮像装置により、該外表面に存在して散乱光を散乱する、直線状のライン・クレージングと放射状のスター・クレージングとをそれぞれ撮像し、該両撮像装置の画像信号を処理して該散乱光を受光した画素の個数をカウントし、該カウントされた画素数を所定の基準値に比較して、該透光性合成樹脂板の良否を判定することを特徴とする、航空機の窓のクレージング検査方法。

【請求項2】前記撮像装置はCCDカメラであり、所定の方向に設けられるCCDカメラの受光角度が $20^\circ \sim 35^\circ$ の範囲にある請求項1記載の航空機の窓のクレージング検査方法。

【請求項3】前記撮像装置はCCDカメラであり、所定の方向に設けられるCCDカメラの受光角度が約 30° である請求項1記載の航空機の窓のクレージング検査方法。

【請求項4】前記撮像装置はCCDカメラであり、前記所定の基準値を低および高の2段階とし、前記カウントされた画素数が低基準値以下の透光性合成樹脂板は良好とし、低基準値と高基準値の間の透光性合成樹脂板は再研磨が必要と判定し、高基準値を越えた透光性合成樹脂板は新品交換が必要と判定することを特徴とする、請求項1記載の航空機の窓のクレージング検査方法。

【請求項5】前記撮像装置はCCDカメラであり、前記透光性合成樹脂板の外側の表面に対して光束を投射し、前記各CCDカメラに該赤色光束を透過する赤色フィルタを設けたことを特徴とする、請求項1記載の航空機の窓のクレージング検査方法。

【請求項6】前記撮像装置はCCDカメラであり、前記両CCDカメラの画像信号の処理において、前記散乱光を受光した画素の画素信号を微分して、その立上がりと立下がりの微分パルスを作成する微分処理と、該画素信号の波高値を伸長して、該画素に隣接する4個の画素の画素信号の極性を反転する伸長反転処理、および、該両微分パルスの波高値と該伸長した画素信号の波高値とを加算する加算処理とを、すべての画素信号について行い、該加算処理により、前記透光性合成樹脂板の表面反射光によるノイズに対する前記画素信号のS/N比を向上することを特徴とする、請求項1記載の航空機の窓のクレージング検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、航空機の客室窓あるいは操縦室窓の亚克力板、ポリカーボネート板などの透光性合成樹脂板に生じたクレージングを検査する

方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図6は航空機の窓を例示したもので、キャビンの前面にはフロント窓 W_F が、客室の側面には客室窓 W_R が設けてある。操縦席のフロント窓 W_F は主としてガラス板により構成されるが、サイドウインドと言われる操縦席の側面窓の外側面に亚克力板が使用されているものもある。客室窓 W_R は亚克力樹脂製の亚克力板により構成されている。ここでは客室窓 W_R を中心として説明するが、前記のように操縦席の窓に亚克力板が使用されている場合にも同様な問題がある。図7(a)は客室窓(W_R)1の断面を示し、胴体の側板2の客席の位置に窓枠2aを固定し、これに対して僅かに湾曲した2枚の亚克力板1a、1bと、1枚の平面の亚克力板またはポリカーボネート板1cとが、外側より順次に適当な間隔をなして装着されている。(b)は客室窓1の外観を示し、亚克力板1aのサイズは、例えば縦長は38cm、横幅は30cmとされており、搭乗客はこれらを通して外部の視界を眺めることができる。

【0003】上記の亚克力樹脂は強靱で化学的にもほぼ安定しており、窓用の亚克力板1a～1cは、これを圧延して分子配列を揃えることにより、さらに強度を増加して安全とし、また表面を研磨して良好な透明度とされている。しかしながら、国際線の長距離旅客機においては、亚克力板1aの外表面にはクレージングとよばれる微細なスクラッチ傷の集団が発生することがあり、これが発生した亚克力板1aは白く曇って視界の観察を阻害するので、取り外して再研磨するかまたは新品に交換されている。殊に最近では、火山の爆発噴煙などに起因してクレージングの発生が激増し、これに対応して亚克力板1aの交換数もまた激増しており、これに対する対抗策として亚克力板1aの外表面を適当な材料によりコーティングして耐久テストがなされていることなどが、「航空技術：No. 360、火山灰によるウインド・クレージング」に報告されている。

【0004】ここで、図8によりクレージングの形状による分類を一応説明する。図8の(a)は平面形状を示し、直線状のスクラッチ傷がランダムな方向に多数存在する場合は、ライン・クレージング（以下LCと略記）とよび、一点を中心としてスクラッチ傷がランダムな方向に放射状に伸びている場合は、スター・クレージング（SCと略記）とよばれている。(b)は断面形状を示し、LCの各スクラッチ傷の深さは非常に浅くて0.1～0.4mm程度である。SCの深さも同様に浅いものであり、LCとSCはともに亚克力板1aを破損するまでには至らず、その安全性には問題ない。

【0005】さて、クレージングが発生した亚克力板1aを交換するには、まず、クレージングの程度を検査する必要があり、従来の検査方法の概要を図9により説明する。図9において、航空機は格納庫3に定期的また

は不定期に導入されて、左右の作業台3a, 3bの中間に停止し、格納庫3の照明灯により各アクリル1aを照明して、その外表面を検査員が目視観察によりクレージンの有無またはその程度を調査し、再研磨または新品交換が必要と判定されたアクリル板1aは取外される。なお、この検査と同時に、客室の蛍光灯を点灯して内部が点検整備されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】さて、上記した目視観察においては、検査員に個人差があり、またクレージンは照明方向と目視方向のかね合いより変化して見え隠れする性質があり、さらに客室窓1を内部から照明する蛍光灯の影響もありうることなどにより、クレージンの観察は案外難しく非効率であるばかりでなく、その程度の判定にバラツキが生ずる欠点がある。これに対して、クレージンを定量的に測定して客観的に妥当な基準値に比較し、交換の必要性を迅速に判定する簡易な検査方法が望まれている。この発明は以上に鑑みてなされたもので、クレージンを光学系により定量的に測定し、これを妥当な基準値に比較して再研磨または新品交換の必要性を迅速に判定できる、簡易な検査方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記の目的を達成するクレージン検査方法であって、客室窓、操縦席の窓などに使用されている透光性合成樹脂板を検査対象とし、その外表面に対して、互いに直角な4方向より約10°の投射角で白色などの光束を投射し、外表面に対してほぼ垂直の方向と約15°～45°の範囲のうちの所定の方向とに設けた2個の撮像装置、例えば、CCDカメラにより、外表面に存在して散乱光を散乱する、直線状のライン・クレージンと放射状のスター・クレージンとをそれぞれ撮像し、両CCDカメラの画像信号を処理して散乱光を受光した画素の個数をカウントし、カウントされた画素数を所定の基準値に比較して透光性合成樹脂板の良否を判定する。上記において、所定の基準値を低および高の2段階とし、カウントされた画素数が低基準値以下の透光性合成樹脂板、例えば、アクリル板（以下はアクリル板を代表として説明）は良好とし、低基準値と高基準値の間のアクリル板は再研磨が必要と判定し、高基準値を越えたアクリル板は新品交換が必要と判定する。上記において、アクリル板の外側の表面に対してLEDにより赤色光束を投射し、各CCDカメラに赤色光束を透過する赤色フィルタを設ける。また上記の両CCDカメラの画像信号の処理において、散乱光を受光した画素の画素信号を微分して、その上がりとし、上がりとの微分パルスを作成する微分処理と、画素信号の波高値を伸長して、この画素に隣接する4個の画素の画素信号の極性を反転する伸長反転処理、および、両微分パルスの波高値と伸長した画素信号の波高値とを

加算する加算処理とを、すべての画素信号について行い、この加算処理により、アクリル板の表面反射光によるノイズに対する画素信号のS/N比を向上する。

【0008】

【発明の実施の形態】まず、撮像装置として、実施例では、CCDカメラを使用する。そして、上記のクレージン検査方法においては、検査対象のアクリル板の外表面に対して、互いに直角な4方向より約10°の投射角で白色などの光束が投射される。これに対して、外表面に存在する直線状のライン・クレージンの散乱光は、表面に対して垂直方向に強い指向性があり、また放射状のスター・クレージンは、表面に対して約30°の方向に強い指向性があることが、この発明の発明者による実験により判明している。そこで、ほぼ垂直方向と約30°の方向にCCDカメラを設けて、ライン・クレージンとスター・クレージンとをそれぞれ撮像し、両CCDカメラの画像信号の処理により、散乱光を受光した画素の個数をカウントし、これを所定の基準値に比較することによりアクリル板の良否が判定される。上記において、所定の基準値を低および高の2段階とし、カウントされた画素数が低基準値以下のアクリル板は良好、低基準値と高基準値の間のアクリル板は再研磨が必要、高基準値を越えたアクリル板は新品交換が必要とそれぞれ判定される。ただし低および高の基準値は、別途、程度の異なる多数のクレージンをサンプルとして、それぞれの受光画素数のデータを取り、これらと、アクリル板の透明度の相関関係を調べて、両者に対する妥当な値を決定するものとする。上記において、アクリル板の外側の表面に対してLEDにより赤色光束を投射し、両CCDカメラに赤色光束を透過する赤色フィルタを設けることにより、客室の蛍光灯の照明光が赤色フィルタにより除去されるので、クレージンの撮像に支障しない。また上記の両CCDカメラの画像信号の処理においては、微分処理により、散乱光を受光した画素の画素信号の上がりとし、上がりとの微分パルスが作成され、また伸長反転処理により、画素信号の波高値は伸長し、この画素に隣接する4個の画素の画素信号の極性は反転して両者の比が拡大され、さらに加算処理により、両微分パルスの波高値と伸長した画素信号の波高値とが加算される。このような、3つの処理がすべて画素信号についてなされ、加算された各波高値は、アクリル板の表面の反射光によるノイズに対してS/N比が向上するので、これを所定の閾値に比較して画素信号が確実に検出される。以上により、各客室窓のアクリル板はクレージンが定量的に測定され、再研磨と新品交換の必要性が迅速かつ妥当に判定される。

【0009】

【実施例】まず図1と図2により、この発明の発明者によるクレージンの検出に関する実験とその結果を説明する。実験においては、図1に示すように、アクリル板

1aの外表面に対して、光軸が約 10° の投射角 θ_T をなす4個のハロゲンランプ $S_1 \sim S_4$ を、互いに直角方向に配置して4方向より白色の光束 L_T を投射する。これに対してCCDカメラを設け、これを外表面に対して約 $15^\circ \sim 90^\circ$ の受光角 θ_R の範囲に角度移動して、数点でクレージングの散乱光 L_R を撮像し、その画像信号を画像処理して、散乱光 L_R を受光した画素eの画素信号を適当な閾値で検出し、その個数をカウントすると、受光角 θ_R に対する受光画素数のデータがえられる。なおCCDカメラの画素eの総数は、図1に付記したように $(512)^2 \approx 260 \times 10^3$ 個である。図2は、上記の実験によりえられたスター・クレージング(SC)とライン・クレージング(LC)の、受光角 θ_R に対する受光画素数の変化特性の一例を示し、それぞれの最大値は、(SC)は 30° で 200×10^3 個、(LC)は 90° で 190×10^3 個であり、このデータにより、(SC)には 30° が、(LC)には 90° が、それぞれ最適であることが判明した。また、この図に示す特性から理解できるように、2つのCCDカメラのうち外表面に対してほぼ垂直の方向に配置されない、他方のCCDカメラは、約 $15^\circ \sim 45^\circ$ の範囲に設定可能であり、さらに、最適範囲としては、約 $20^\circ \sim 35^\circ$ の範囲を採ることができる。

【0010】上記の実験データは実験用の光学系による、主として散乱光 L_R の指向特性に関するものであり、実際には以下に述べる各点を考慮することが必要である。その1点は、実際の検査においては、従来と同様に格納庫3に導入された航空機に対して、作業台3aまたは3bの上で、検査員が操作して各アクリル板1aを検査することが前提とされており、このためには光学系は小型軽量などが望ましい。これに対して、上記の実験に使用したハロゲンランプはサイズと所要パワーがやや大きいので、これに比べてサイズと所要パワーが小さい発光ダイオード(LED)が適切である。ただし、LEDは所要パワーが小さい分、光強度が低下し、一方、客室の蛍光灯の照明光によりS/N比が劣化する。そこでこの発明においては、蛍光灯の照明光には赤色光が含まれていないことに着目し、赤色光を発光するLEDを使用し、CCDカメラに対して赤色光を透過し、蛍光灯の照明光を遮断する赤色フィルタを設けるものである。一般に、光学系を小型化するとCCDカメラの視野が狭くなり、アクリル板1aの全面を一挙に検査できない。これに対して、アクリル板1aに発生するクレージングは、通常では全面にほぼ一様に分布する場合が多いと認められるので、この発明においては、CCDカメラの狭い視野に対応した部分検査方式とし、状況に応じて数箇所を検査するものとする。また、アクリル板1aは、メーカーによりアクリル樹脂の成分などに差異があり、前記したようにコーティングされたものもあり、また長距離飛行により外表面がなんらかにより汚染される場合があ

りうるので、それぞれの表面反射光によるノイズレベルには差異が生じ、各画素eが出力する画素信号はこのノイズレベルに重畳して上下変動する。このように上下変動する画素信号を確実に検出するために、この発明においては、画素信号に対して以下に述べる処理方法を適用する。これを図3と図4により説明する。

【0011】図3において、アクリル板1aの表面反射光によるノイズレベルを L_R' とし、これが前記したアクリル板1aのメーカー別やコーティング、汚染の有無のいずれかにより、例えば L_{R1}' と L_{R2}' に変動し、両レベル L_{R1}' 、 L_{R2}' にクレージングに対する画素信号 S_{e1} 、 S_{e2} がそれぞれ重畳しているとする、この両画素信号 S_{e1} 、 S_{e2} を検出する閾値は一義的に決められないことは明らかである。これに対して図4に示す波形処理を行う。図4(a)において、任意の画素信号を S_e 、その波高値を h_e とする。画素信号 S_e を微分すると、散乱光 L_R を受光した画素eの画素信号 S_e は波形が急峻であるので、(b)に示すような、波形の立上がりや立下がりに対する微分パルス S_{d1} と S_{d2} がえられ、これらの波高値を h_{d1} 、 h_{d2} とする。これに対して受光しない画素eには画素信号がなく、またノイズレベル L_R' の変動は緩慢であるので、これらに対する微分パルスはえられない。次に、(c)に示すように、任意の画素eを中心画素 e_0 とし、その画素信号 S_{e0} の波高値 h_e をn(例えば $n=5$ とする)倍して nh_e に伸長し、これに隣接する4個の画素 $e_a \sim e_d$ の画素信号 $S_{ea} \sim S_{ed}$ を(-1)倍、すなわち極性を反転する伸長反転処理を行う。さらに(d)に示すように、伸長した波高値 $5h_e$ と両微分パルスの波高値 h_{d1} 、 h_{d2} を加算すると、加算データDの値はノイズレベル L_R' の変動範囲より十分に大きく、すなわちS/N比が向上するので、適当な閾値 V_S を一義的に設定することができ、この閾値 V_S により散乱光 L_R に対する画素信号 S_e が実質的に確実に検出される。

【0012】図5は、この発明のクレージング検査方法を具体化した検査機の一実施例を示し、検査機は光学系ユニット4と処理ユニット5よりなる。光学系ユニット4は、前面にアクリル板1aに対する切欠き部を有し、片手持可能な大きさの筐体41と、その内部の図示の位置にそれぞれ配置され、前面に接触したアクリル板1aに対して、4方向より約 10° の投射角で赤色光を投射する4個のLED42a \sim 42d、前面に赤色フィルタ431,441が装着され、視野Aを例えば 50mm 角とする2個のCCDカメラ43,44、およびアクリル板1aに対して 30° をなすミラー45とにより小型軽量に構成する。処理ユニット5は画像処理部51、パーソナルコンピュータ(P・COM)52、操作盤53、表示器54、およびバッテリー(BATT)55とにより携帯型に構成し、CCDカメラ43,44の接続ケーブル432,442により光学系ユニット4に接続する。

【0013】検査機を使用するときは、検査員により処理ユニット5を格納庫3の作業台3aまたは3bに置き、操作盤53を操作してBATT5より電流を供給して光学系ユニット4と処理ユニット5の各部を動作させ、光学系ユニット4の前面をアクリル板1aの適当な部分に接触させる。4個のLED42a～42dよりの赤色光束は視野Aの範囲に対して投射され、アクリル板1aにライン・クレージグが存在すると、その散乱光 L_R は赤色フィルタ431により客室の蛍光灯の照明光が遮断されてCCDカメラ43に撮像され、スター・クレージグが存在すると、その散乱光 L_R はミラー45を経て同様に赤色フィルタ441により照明光が遮断されてCCDカメラ44に撮像される。両CCDカメラ43,44の画像信号は処理ユニット5の画像処理部51に入力し、各画素信号 S_i に対して前記した加算処理と伸長反転処理および加算処理がそれぞれ行われて、ノイズに対する S/N 比が向上し、散乱光 L_R を受光した画素eの個数がカウントされる。カウントされた個数データはP・COM52に転送されて、これに設定された低基準値と高基準値に比較され、個数データが低基準値以下のアクリル板1aは良好とし、低基準値と高基準値の間ときは再研磨が必要と判定し、高基準値を越えたときは新品交換が必要と判定し、これらの判定データは表示器54にランプ表示される。なお上記の低および高基準値は、この検査機により、各種のアクリル板1aをサンプルとして、それぞれのクレージグに対する受光画素数を求め、これらとアクリル板1aの透明度との相関関係を調べ、再研磨と新品交換に必要な客観的に妥当な画素数をそれぞれ求めることにより、決定することができる。また、この検査機による検査時間として、1箇所当たり10秒以内の実績がえられており、従来の目視観察による検査方法に比べて検査時間が大幅に短縮される。

【0014】

【発明の効果】以上の説明のとおり、この発明によるクレージグ検査方法によれば、各アクリル板の外表面に生じたラインおよびスターの両クレージグは、客室の蛍光灯の照明光の影響が排除されて2個のCCDカメラにより安定して撮像され、その画素信号の適切な処理によりノイズに対する S/N が向上して、クレージグの散乱光を受光した画素の個数が正確にカウントされ、その画素数を所定の基準値に比較して、アクリル板の再研磨または新品交換の必要性が迅速かつ妥当に判定されるもので、簡易で取り扱いが容易な検査機の構成が可能である。例えば、1回研磨したとしてもクレージグが消えないものがあるが、そのようなものも再検査で容易に分かり、再研磨でもクレージグが消えないものなどを

交換対象にできるので交換対象を明確に把握できる。しかも、窓の数が数十から200以上と非常に多い航空機にあっては、このような検査により航空機の操縦室や各客室窓のクレージグ検査がその窓の数から予測できるように非常に大きな効率化になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、この発明の基礎となるクレージグの検出方法に関する実験方法の説明図である。

【図2】図2は、図1の実験によりえられたデータの一例を示す曲線図である。

【図3】図3は、アクリル板の表面反射光によるノイズレベルの変動と、これに重畳したクレージグの散乱光の説明図である。

【図4】図4は、この発明における画素信号に対する微分処理と伸長反転処理および加算処理の説明図であって、(a)はその画素信号の説明図、(b)は画素信号の微分波形の説明図、(c)は画素信号の伸長反転処理の説明図、そして(d)はその加算処理の説明図である。

【図5】図5は、この発明のクレージグ検査方法を具体化した検査機の一実施例の概略構成図である。

【図6】図6は、航空機の窓の概略の説明図である。

【図7】図7は、客室窓の断面と外観を示す構造図であって、(a)はその各室窓の断面図、(b)はその斜視図である。

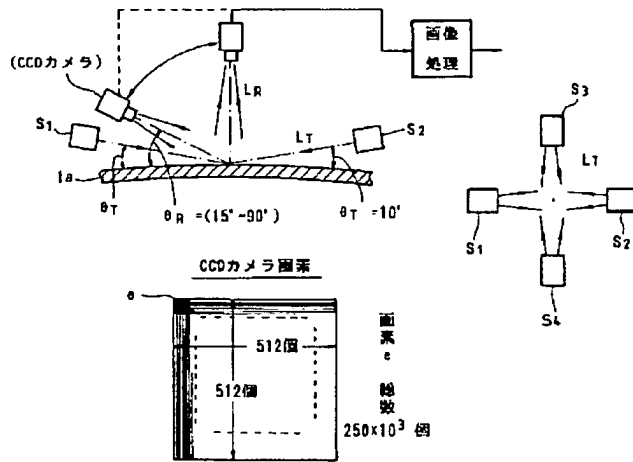
【図8】図8は、ライン・クレージグとスター・クレージグの説明図であって、(a)はその平面図、(b)はその部分断面図である。

【図9】図9は、従来のクレージグの検査方法の説明図である。

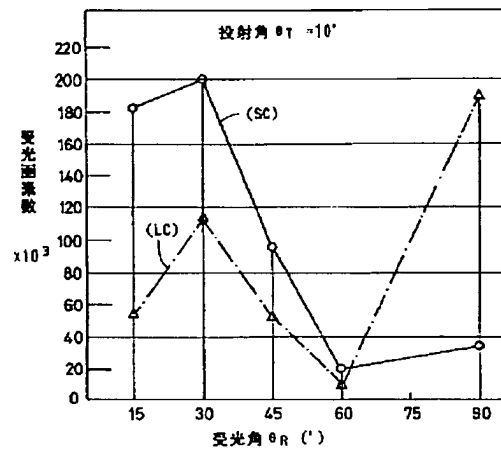
【符号の説明】

1…客室窓、1a…検査対象のアクリル板、2…航空機の胴体の側板、2a…窓枠、3…格納庫、3a, 3b…作業台、4…光学系ユニット、41…筐体、42a～42d…LED、43, 44…CCDカメラ、431, 432…赤色フィルタ、432, 442…接続ケーブル、45…ミラー、5…処理ユニット、51…画像処理部、52…パーソナルコンピュータ(P・COM)、53…操作盤、54…表示器、55…バッテリー(BATT)、 W_f …フロント窓、 W_R …客室窓、 L_T …投射光束、 $S_1 \sim S_4$ …ハロゲンランプ、 L_R …クレージグの散乱光、 L_R' …ノイズレベル、LC…ライン・クレージグ、SC…スター・クレージグ、e…CCDカメラの画素、 S_i …画素信号、 h_e …画素信号の波高値、 S_{d1} , S_{d2} …微分パルス、 h_{d1} , h_{d2} …微分パルスの波高値、D…加算データ、 V_s …閾値、n…倍数。

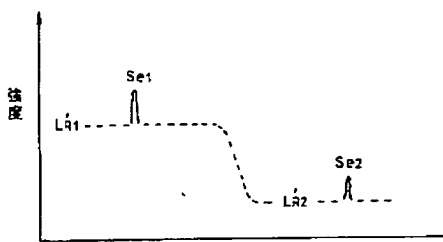
【図1】



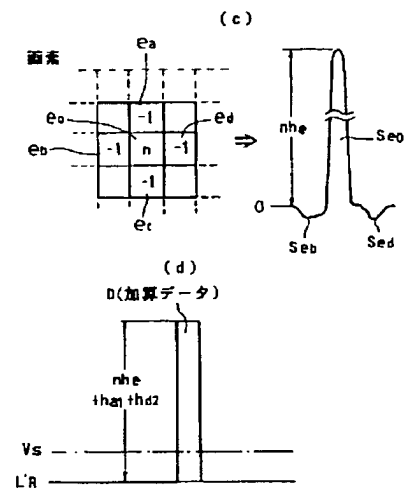
【図2】



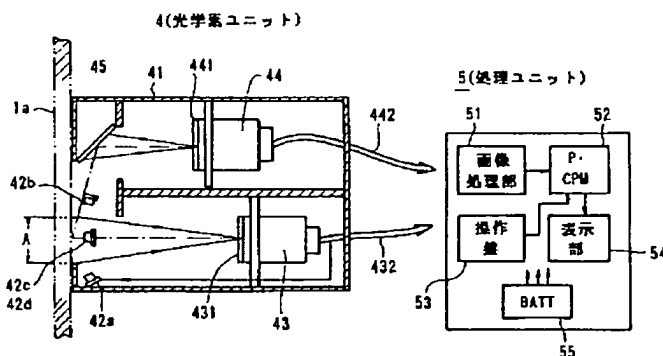
【図3】



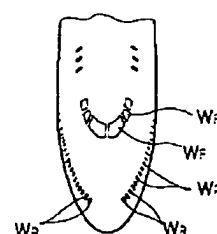
【図4】



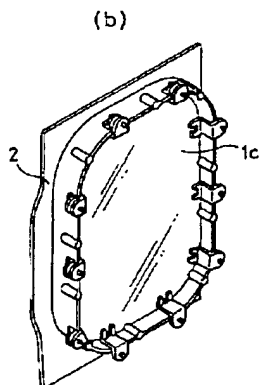
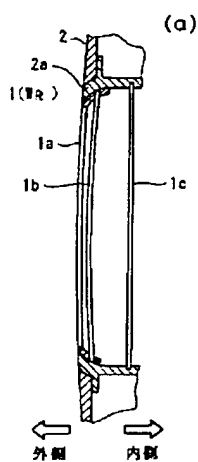
【図5】



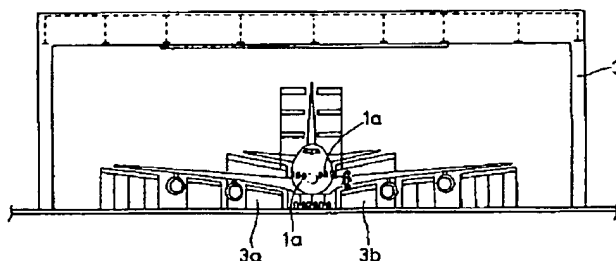
【図6】



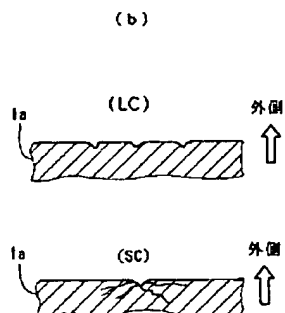
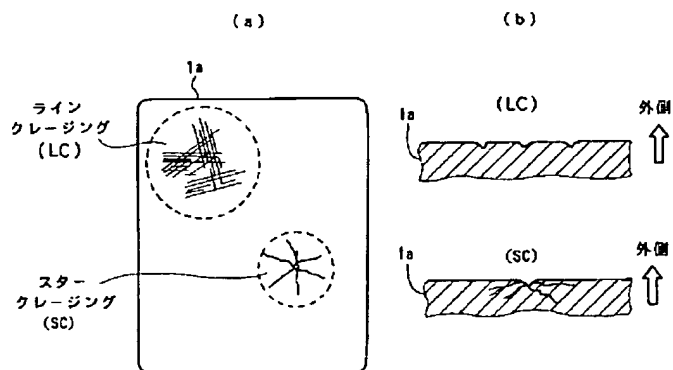
【図7】



【図9】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 愛甲 健二
東京都渋谷区東3丁目16番3号 日立電子
エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 寺西 玲
東京都渋谷区東3丁目16番3号 日立電子
エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 秋山 芽和
東京都渋谷区東3丁目16番3号 日立電子
エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 田草川 照彦
東京都大田区羽田空港1丁目6番3号 機
装ビル 日本航空株式会社内

(72)発明者 玉井 充
東京都大田区羽田空港1丁目6番3号 機
装ビル 日本航空株式会社内